



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
16.03.2005 Bulletin 2005/11

(51) Int Cl.7: **E21B 7/10**, E21B 44/00,  
E21B 7/08, E21B 47/12,  
E21B 47/022

(21) Numéro de dépôt: 04292100.7

(22) Date de dépôt: 27.08.2004

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL HR LT LV MK**

(72) Inventeurs:  
• **Lau, Ringo**, c/o Compagnie du Sol  
92000 Nanterre (FR)  
• **Flaugere, Bernard**, c/o Compagnie du Sol  
92000 Nanterre (FR)

(30) Priorité: 15.09.2003 FR 0310785

(74) Mandataire: **Dronne, Guy et al**  
**Cabinet Beau de Loménie**,  
158, rue de l'Université  
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(71) Demandeur: **COMPAGNIE DU SOL**  
92000 Nanterre (FR)

(54) **Système de forage avec commande directionnelle à distance**

(57) L'installation de forage comprend :

a) une machine de forage (10) comprenant un train de tiges (20) ; une tête rotative de coupe (22) ; des moyens mécaniques (48) de correction de trajectoire ; des moyens de détection (46) pour détecter une éventuelle erreur de trajectoire ; et des premiers moyens de transmission d'informations (52) entre la surface du sol et les moyens de détection ;

b) une station intermédiaire (12) montée sur ou à proximité desdits moyens d'entraînement comprenant des premiers moyens émetteurs/récepteurs

(55) reliés auxdits premiers moyens de transmission pour recevoir les informations délivrées par moyens de détection et pour transmettre des instructions moyens de correction ; et

c) une station de contrôle (14) du fonctionnement de la machine de forage disposée à distance de ladite station intermédiaire comprenant des moyens de traitement des informations reçues de ladite station intermédiaire pour élaborer des instructions de commande de fonctionnement de la machine de forage, y compris éventuellement des moyens de correction de trajectoire.

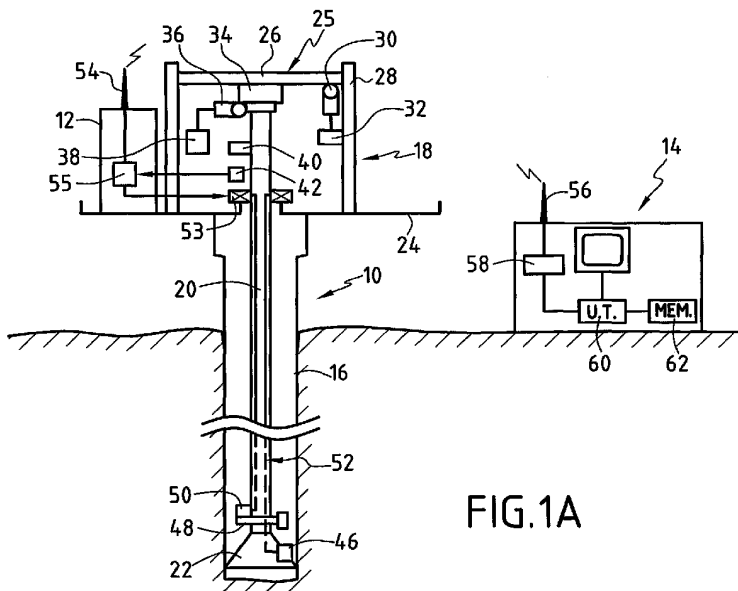


FIG.1A

## Description

**[0001]** La présente invention a pour objet une installation de forage par tête rotative de coupe équipée de moyens de correction de trajectoire du forage.

**[0002]** De façon plus précise, la présente invention concerne une telle installation de forage qui peut être commandée automatiquement, notamment en ce qui concerne la correction des erreurs éventuelles de trajectoire du forage et notamment de verticalité.

**[0003]** Lors de la réalisation de pieux forés à l'aide d'une tête de forage rotative entraînée par un train de tiges, de nombreux paramètres peuvent influencer sur la verticalité du forage effectivement réalisé. Ces paramètres sont notamment l'inhomogénéité du terrain que rencontre à une même profondeur la tête de forage ou encore la rigidité nécessairement limitée du train de tiges. Lorsque le forage doit être réalisé à une grande profondeur, par exemple de l'ordre de 100 mètres, on comprend qu'une déviation même d'un angle réduit par rapport à la verticale peut entraîner une erreur de positionnement du fond du forage important. Or, dans un grand nombre de cas, il est impossible de tolérer de tels écarts, en raison des tolérances imposées par les spécifications de l'ouvrage.

**[0004]** Plus généralement, on peut être amené à réaliser des forages non verticaux, par exemple des forages présentant sur toute leur profondeur une inclinaison constatée par rapport à la verticale ou encore des forages comportant plusieurs portions, chaque portion présentant une inclinaison propre par rapport à la verticale. Dans ces situations, il est important que le forage effectué respecte l'inclinaison ou les inclinaisons définies par les spécifications de l'ouvrage.

**[0005]** Il est donc très souhaitable de disposer d'une installation de forage du type à tête rotative qui permette de corriger les erreurs éventuelles de trajectoire.

**[0006]** Dans le présent texte, par "erreur de trajectoire", il faut entendre le fait que le forage effectivement réalisé à l'aide de l'outil rotatif fait un angle avec le tracé prévu pour le forage. Le plus souvent, le tracé prévu du forage est vertical et on sera donc amené à détecter des erreurs de verticalité.

**[0007]** On comprend également qu'il est très souhaitable que les moyens utilisés pour corriger cette erreur de trajectoire n'entraînent pas des périodes d'indisponibilité de la tête de forage significatives. On comprend aussi qu'il est intéressant de disposer d'une installation de forage de ce type dans laquelle la correction d'erreur de trajectoire est réalisée automatiquement.

**[0008]** On sait également que lors de forages à l'aide d'un outil rotatif de coupe, les paramètres de forage et, en particulier, la vitesse de rotation de l'outil et la vitesse linéaire de descente de l'outil, ainsi que la poussée appliquée à l'outil dépendent de la nature du sol rencontré si on souhaite avoir des caractéristiques de forage optimales.

**[0009]** On comprend donc qu'il est très souhaitable

de pouvoir commander automatiquement ces paramètres de forage à partir par exemple d'un forage de test qui permettra d'identifier les différentes couches géologiques traversées, ou d'une table de corrélation entre ces paramètres.

**[0010]** Un objet de la présente invention est de fournir une installation de forage du type mentionné ci-dessus dans laquelle aussi bien les paramètres de forage que les éventuelles corrections d'erreur de trajectoire, notamment de verticalité, peuvent être mises en oeuvre automatiquement.

**[0011]** Pour atteindre ce but selon l'invention, l'installation de forage par tête rotative équipée de moyens de correction de trajectoire est caractérisée en ce qu'elle comprend :

a) une machine de forage comprenant :

- . un train de tiges ;
- . une tête rotative de coupe montée à l'extrémité inférieure du train de tiges ;
- . des moyens d'entraînement disposés à la surface du sol pour provoquer la rotation du train de tiges et le déplacement vertical de celui-ci ;
- . des moyens mécaniques de correction de trajectoire montés sur le train de tiges à proximité de la tête de coupe ;
- . des moyens de commande des moyens de correction ;
- . des moyens d'orientation angulaire des moyens de correction ;
- . des moyens de détection montés sur ladite tête de coupe pour détecter une éventuelle erreur de verticalité et l'orientation angulaire de ladite erreur ;
- . des moyens montés sur les moyens d'entraînement pour mesurer la vitesse de rotation du train de tiges et de la profondeur de la tête de coupe ; et
- . des premiers moyens de transmission d'informations entre la surface du sol et les moyens de commande et les moyens de détection ;

b) une station intermédiaire montée sur ou à proximité desdits moyens d'entraînement comprenant :

- . des premiers moyens émetteurs/récepteurs reliés auxdits premiers moyens de transmission pour recevoir les informations délivrées par moyens de détection et pour transmettre des instructions aux moyens de commande des moyens de correction ; et
- . des deuxièmes moyens émetteurs/récepteurs reliés auxdits moyens de mesure et auxdits moyens d'entraînement en rotation et en déplacement vertical du train de tiges, pour recevoir les informations de mesure et émettre les instructions de déplacement ; et

c) une station de contrôle du fonctionnement de la machine de forage disposée à distance de ladite station intermédiaire comprenant :

- des moyens émetteurs/récepteurs pour échan- 5 ger des informations avec des troisièmes moyens émetteurs/récepteurs de ladite station intermédiaire ;
- des moyens de traitement des informations re- 10 çues de ladite station intermédiaire pour élaborer des instructions de commande de fonctionnement de la machine de forage, y compris éventuellement des moyens de correction de verticalité ; et
- des moyens de mémorisation d'au moins cer- 15 taines des informations traitées.

**[0012]** Il découle de la définition précédente de l'in- 20 vention que dans l'installation sont prévus des capteurs à la fois pour le contrôle des paramètres de forage et pour la détection éventuelle d'une erreur de trajectoire de forage en cours de réalisation. Ces mesures peuvent être effectuées périodiquement de telle manière que no- 25 tamment en ce qui concerne la correction d'erreur de trajectoire, celle-ci puisse être appliquée très rapide- ment dès sa détection.

**[0013]** On voit également que toutes les opérations 30 de contrôle du forage sont gérées à distance automatiquement. Les personnels présents autour de la machine de forage peuvent donc se consacrer entièrement aux opérations manuelles par exemple, de changement de tige du train de forage ou de mise en place du tubage si le forage doit être équipé avec ces dispositifs.

**[0014]** On comprend aussi que, du fait que la com- 35 mande automatisée est réalisée à partir d'une station de contrôle qui peut se trouver à une certaine distance de la machine de forage proprement dite, cette station de contrôle peut être installée à un endroit où sa mise en place est plus aisée. En outre, on comprend que la station de contrôle peut gérer simultanément plusieurs 40 machines de forage.

**[0015]** De préférence, lesdits moyens de correction 45 de trajectoire sont montés sur le train de tiges à proximité de la tête de forage et comportent une partie mobile apte à venir en appui sur la paroi de forage pour exercer une poussée horizontale sur ledit train de tiges lorsqu'ils sont à l'état actif.

**[0016]** Le patin appuie sur la paroi de forage ou sur 50 le tubage, s'il y en a un, pendant que l'outil continue le forage, ce qui permet de corriger la direction de forage.

**[0017]** D'autres caractéristiques et avantages de l'in- 55 vention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1A est une vue simplifiée de l'ensemble de l'installation ;

- la figure 1B est une vue plus détaillée de la partie supérieure de la machine de forage ;
- la figure 2A est une vue en élévation de la partie inférieure du train de forage montrant un mode de réalisation du mécanisme de correction de trajectoire ;
- la figure 2B est une vue selon la ligne BB de la figure 2A ;
- la figure 3 est une vue plus détaillée de la partie inférieure du mécanisme de correction de trajectoire ;
- les figures 4A et 4B montrent l'action du mécanisme de correction sur la trajectoire du forage ;
- les figures 5A et 5B sont des vues de principe illus- 15 trant la détection d'erreur de trajectoire.

**[0018]** En se référant tout d'abord à la figure 1A, on va décrire l'ensemble de l'installation de forage. Dans l'ensemble particulier décrit ci-après, le forage est ver- 20 tical. Les éventuels erreurs de trajectoire sont donc des erreurs de verticalité. Celle-ci comprend une machine de forage 10 sur laquelle est montée une station intermédiaire 12 de transmission et de réception d'informations, et enfin une station de contrôle 14 disposée à dis- 25 tance de la machine de forage 10 et capable d'échanger des informations avec la station intermédiaire 12, les stations 12 et 14 étant fonctionnellement fixes.

**[0019]** Dans l'exemple illustré par la figure 1A, le fo- 30 rage réalisé est équipé initialement d'éléments de tubage tels que 16 appelés en anglais "casing". Le plus souvent, ce tubage est mis en place dans une phase initiale correspondant au forage dans une couche supérieure meuble, ce forage initial n'étant pas réalisé avec l'outil rotatif présentement décrit. Cependant, l'installation 35 pourrait concerner la réalisation de forage sans tubage.

**[0020]** La machine de forage comprend un ensemble supérieur 18 de déplacement en rotation et en transla- 40 tion d'un train de tiges 20 à l'extrémité inférieure duquel est monté l'outil rotatif de coupe 22. L'outil de coupe 22 est en soi connu et il ne sera donc pas décrit plus en détail.

**[0021]** L'ensemble de déplacement 18 constituant la 45 partie supérieure de la machine de forage est monté, dans l'exemple décrit, sur une plate-forme 24 supportée par les éléments de tubage 16. L'ensemble de déplacement 18 comporte tout d'abord un ensemble 25 de déplacement vertical du train de tiges 20 schématisé par la plaque 26 associée à des moyens de guidage verti- 50 caux 28. Le déplacement vertical est assuré par des moyens moteur 30 associés à des moyens de commande 32. La tête de mise en rotation 34, portée par la plaque 26, pour entraîner en rotation le train de tiges est entraînée par un moteur 36 associé à des moyens de commande 38. Dans l'élément de déplacement 18 on 55 trouve également un certain nombre de capteurs permettant de gérer le fonctionnement de l'outil de forage. On trouve par exemple un capteur 40 de mesure de vitesse de déplacement vertical, un capteur 42 de mesure

de la vitesse de rotation, etc. De préférence, on prévoit également des capteurs de mesure de couple et des capteurs de mesure des efforts verticaux appliqués à l'outil de forage. L'outil de forage 22 est équipé de détecteurs d'erreur de verticalité 46. Ces détecteurs d'erreur de verticalité permettent non seulement de déterminer l'inclinaison de l'outil et donc une éventuelle erreur de verticalité mais également l'orientation angulaire de cette inclinaison par rapport à l'axe sensément vertical du forage. A proximité de l'outil 22, le train de tiges est équipé d'un système mécanique de correction d'erreur de verticalité 48 dont un mode de réalisation sera décrit ultérieurement. L'organe mécanique 48 de correction d'erreur de verticalité est associé à un ensemble de commande 50. Les détecteurs d'erreur de verticalité 46 et le système de commande 50 des moyens de correction d'erreur 48 sont reliés à des moyens de transmission d'information 52 qui sont par exemple du type filaire. Ces moyens de transmission à leur extrémité supérieure sont par exemple reliés à des contacts tournants tels que 53. D'autres moyens de transmission pourraient être utilisés. Les brevets FR 2 777 594 et FR 2 777 595 au nom de COMPAGNIE DU SOL décrivent des techniques de transmission d'informations utilisant le train de tiges comme moyen de transmission.

**[0022]** La station intermédiaire 12 montée sur la plateforme 24 de la machine de forage reçoit les mesures effectuées par les différents capteurs y compris le capteur d'erreur de verticalité 46 et transmet des instructions de fonctionnement au circuit de commande des moteurs 30 et 36, ainsi qu'au circuit de commande 50 du système de correction d'erreur de verticalité 48. La station intermédiaire 12 est équipée de moyens de communication schématisée sur la figure 1A par les circuits d'émission-réception 55 et l'antenne 54 pour dialoguer avec la station de contrôle 14 elle-même équipée d'une antenne 56.

**[0023]** Il va de soi que la station intermédiaire 12 pourrait ne pas être montée sur la machine de forage elle-même mais disposée à proximité de celle-ci. Cependant, la solution décrite permet de simplifier le câblage entre celle-ci et les différents composants de l'ensemble de déplacement 18 des trains de tiges.

**[0024]** Il va de soi que les échanges d'informations dans un sens et dans l'autre entre la station intermédiaire 12 et la station de contrôle 14 pourraient être d'une autre nature que hertzienne. Il pourrait par exemple s'agir de liaisons téléphoniques ou plus généralement de liaisons filaires.

**[0025]** La station de contrôle 14 comporte des circuits d'émission-réception 58 permettant la mise en forme des informations reçues ou des informations à transmettre vers la station intermédiaire 12. La station de commande 14 est essentiellement constituée par une unité de traitement 60 associée à des moyens mémoire 62. L'unité de traitement 60 reçoit les différentes mesures réalisées dans la machine de forage par les différents capteurs et détecteurs et cette unité traite ces in-

formations pour délivrer en retour des instructions de commande des moteurs 30 et 36 de l'ensemble de déplacement 18 et des moyens de commande 50 du dispositif de correction d'erreur de verticalité.

**[0026]** Les moyens en mémoire 62 stockent, d'une part, des programmes permettant la gestion de l'ensemble de la machine de forage à partir des mesures effectuées par les différents capteurs notamment pour la mise en oeuvre des étapes éventuelles de correction d'erreurs de verticalité et, plus généralement, pour l'adaptation des paramètres de forage aux conditions géologiques rencontrées et, d'autre part, éventuellement des données recueillies lors de forages test.

**[0027]** On comprend qu'ainsi l'intégralité de la commande de la machine de forage aussi bien pour ce qui concerne son adaptation aux différentes couches géologiques traversées que pour la correction des éventuelles erreurs de verticalité est entièrement gérée par la station de contrôle 14. Ainsi, les opérateurs présents autour de la machine de forage 10 n'ont à se préoccuper que des opérations manuelles d'adjonction ou de suppression de tiges de forage ou encore de mise en place des éléments de tubage 16.

**[0028]** La figure 1B montre plus en détails les différentes liaisons qui existent entre les capteurs et organes de commande présents dans l'ensemble de déplacement des tiges 18 avec la station intermédiaire 12.

**[0029]** En se référant maintenant aux figures 2A, 2B et 3, on va décrire un mode préféré de réalisation des moyens de correction de verticalité utilisables dans l'installation décrite en relation avec la figure 1.

**[0030]** Sur ces figures, on a représenté la tête de forage rotatif 22 fixée à l'extrémité inférieure 20a du train de tiges 20 ainsi que le dispositif de correction d'erreur de verticalité qui porte la référence générale 48.

**[0031]** Le dispositif de correction de verticalité 48 est constitué essentiellement par un patin d'appui 70 qui est monté à une première extrémité de bras formant levier 72. La deuxième extrémité 72a des bras 72 est montée pivotante autour d'un axe 74 orthogonal à l'axe vertical XX' du train de tiges. L'axe 74 est constitué par exemple par deux paliers 74a, 74b alignés et montés sur une première bague 76 qui est libre en rotation autour de l'extrémité inférieure 20a du train de tiges mais solidaire en translation de celui-ci. Ce résultat est obtenu par exemple en interposant entre la première bague 76 et le train de tiges des roulements adaptés aux conditions d'utilisation. Le déplacement du patin 70 est obtenu par le pivotement des bras 72 autour de l'axe 74. Ce pivotement est commandé par une deuxième bague 78 disposée en dessous de la première bague 76, cette bague 78 étant montée libre en translation sur le train de tiges 20 mais solidaire en rotation de celui-ci. La périphérie de la face inférieure 78a de la deuxième bague 78 reçoit les extrémités des tiges 80a de vérins 80 fixés verticalement sur la partie supérieure 22a de la tête rotative de forage 22. Le nombre de vérins 80 est déterminé pour permettre d'exercer de façon symétrique la poussée

souhaitée sur la deuxième bague 78. Les vérins 80 permettent donc le déplacement en translation de la bague 78 le long de la tige 20a. La face supérieure 78b de la deuxième bague 78 comporte de préférence une périphérie chanfreinée 82 sur laquelle vient en contact un galet de préférence tronconique 84 monté rotatif autour d'un axe 86 qui est lui-même solidaire des bras 72.

**[0032]** Lorsque les tiges 80a des vérins 80 sont en position rentrée et donc que la deuxième bague 78 est en position basse, les bras 72 sont également en position basse et le patin d'appui est en retrait par rapport à la paroi du forage.

**[0033]** En revanche, lorsque les tiges de vérin 80a sont en position haute, la bague 78 est elle-même en position haute et par l'intermédiaire du galet 84 les bras 72 pivotent vers le haut et le patin d'appui 70 vient au contact de la paroi du forage.

**[0034]** Il faut ajouter que, lorsque la bague 78 est en position basse et que donc les bras 72 sont également en position basse, un ergot 90 solidaire des bras 72 pénètre dans un trou borgne 92 aménagé dans la partie inférieure 20a du train de tiges. Par effet de gravité, en position basse, le patin 70 et les bras 72 sont donc solidarisés en rotation par la coopération de l'ergot 90 et du trou borgne 92. Le trou borgne 92 constitue une position de référence angulaire pour le patin 70 par rapport à l'axe vertical XX' de la tête rotative de forage. Au contraire lorsque la bague 78 est en position haute l'ergot 90 sort du trou borgne 92 et, grâce à la rotation du galet 84 sur le chanfrein 82 de la bague 78, le patin 70 est désolidarisé en rotation du train de tiges 20. Ainsi la tête de forage peut continuer à travailler alors que le patin 70 maintient son appui sur la paroi du forage dans la direction initiale.

**[0035]** Avant de ramener le patin 70 dans sa position en retrait, le train de tiges est entraîné en rotation pour amener le trou borgne 92 en regard de l'ergot 90 de telle manière que le patin 70 puisse reprendre sa position de référence.

**[0036]** Le fonctionnement du système de correction d'erreur de verticalité est le suivant : lorsque l'unité de traitement 60 détecte que l'information d'inclinaison de l'outil de coupe 22 est supérieure à un seuil prédéterminé, celle-ci active le programme de correction d'erreur de verticalité contenu dans l'ensemble de mémoire 62. L'outil de forage 22 est arrêté et la rotation du train de tiges est commandée pour amener le mécanisme de correction de verticalité 50 dans l'orientation angulaire fournie par le détecteur de verticalité 46. Cette position peut être détectée par un détecteur de position angulaire 100 monté dans l'ensemble de déplacement 18 de la machine de forage en regard d'une couronne indexée 102 solidaire en rotation du train de tiges. Lorsque le train de tiges a été amené dans la position angulaire requise l'unité de traitement 60 commande l'activation des vérins 80 du système de correction d'erreur de verticalité 48. Le patin 70 est désolidarisé en rotation du train de tiges et vient en appui contre la paroi du forage

pour exercer son effet de correction et l'unité centrale 60 commande alors la remise en rotation du train de tiges 20. Cette situation est maintenue jusqu'à ce que l'information d'inclinaison délivrée par le capteur 46 via la station intermédiaire 12 devienne inférieure à une valeur prédéterminée indiquant que l'erreur de verticalité a été corrigée. L'unité de traitement 60 commande alors l'arrêt de la rotation du train de tiges et la désactivation des vérins 80 du système de correction de verticalité. Le patin 70 reprend ainsi sa position rentrée de référence et l'unité de traitement 60 commande alors la remise en rotation du train de tiges 20 dans les conditions définies précédemment.

**[0037]** L'unité centrale 60 avec ses programmes stockés dans les mémoires 62 peut également contrôler que les conditions de forage sont optimales par rapport au terrain. L'unité centrale peut soit modifier par exemple la vitesse de rotation de l'outil et sa vitesse de descente en fonction de données relatives à la nature du terrain stockées lors de forage test. Elle peut également traiter les informations relatives à la vitesse de rotation, à la vitesse de descente et à la force, à la poussée exercée sur l'outil pour s'assurer que ces trois grandeurs vérifient des critères d'optimisation de forage dans le terrain rencontré. Si tel n'est pas le cas, l'unité centrale 60 peut modifier la vitesse de rotation ou la vitesse de descente verticale.

**[0038]** Bien entendu, d'autres systèmes mécaniques de correction d'erreur de verticalité pourraient être utilisés dès lors qu'ils sont compatibles avec un outil de coupe rotatif.

**[0039]** En ce qui concerne le détecteur d'erreur de verticalité 46, il peut être constitué de la manière suivante. Les figures 5A et 5B illustrent ce détecteur. Il comprend un premier inclinomètre 104 disposé radialement par rapport à l'outil et un deuxième inclinomètre 106 également radial et perpendiculaire au premier. Les deux inclinomètres sont proches de la périphérie de l'outil. Les mesures faites par les deux inclinomètres permettent de déduire l'inclinaison de l'outil et la direction angulaire de cette inclinaison. De préférence, on effectue une deuxième mesure après une rotation de 180 degrés de l'outil. C'est ce qu'illustrent les figures 5A et 5B. De préférence également, il est prévu un gyroscope afin de repérer l'orientation angulaire de l'outil pour pouvoir orienter ultérieurement correctement le patin 70 de correction de verticalité.

**[0040]** Afin d'obtenir des mesures très fiables, il est préférable que la mesure de verticalité faite par les capteurs 46 soit réalisée lorsque la tige de forage 22 est à l'arrêt. Un des programmes stockés dans les moyens mémoire 62 concerne cette opération. A la périodicité de mesure de verticalité prévue, l'unité de traitement 60 commande l'arrêt du train de tiges et l'activation des capteurs de verticalité. Il commande également la rotation de 180 degrés du train de tiges pour effectuer la deuxième mesure. Si l'angle d'inclinaison mesuré est supérieur à la valeur prédéterminée, le programme de

correction de verticalité décrit précédemment est mis en oeuvre. Dans le cas contraire, l'outil de forage 22 est remis en action.

**[0041]** Dans l'exemple de réalisation de l'invention décrit ci-dessus, on a envisagé le cas d'un forage vertical et les éventuelles erreurs de trajectoires sont donc des erreurs de verticalité. Il va cependant de soi, comme on l'a déjà indiqué, que l'invention s'applique également à des forages non verticaux. Dans ce cas, les mesures d'angles fournies par les capteurs 46 sont comparées aux angles définissant la trajectoire de l'outil qu'il faut suivre pour être conforme aux spécifications de l'ouvrage. Si la différence entre les angles mesurés et les angles définissant la trajectoire est supérieure à une valeur prédéterminée, le système de correction de trajectoire, constitué par exemple par le système 48 représenté sur les figures 2A, 2B et 3 est activé.

## Revendications

1. Installation de forage par tête rotative équipée de moyens de correction de trajectoire **caractérisée en ce qu'elle** comprend :

a) une machine de forage (10) comprenant :

- . un train de tiges (20) ;
- . une tête rotative de coupe (22) montée à l'extrémité inférieure du train de tiges ;
- . des moyens d'entraînement (18) disposés à la surface du sol pour provoquer la rotation du train de tiges et le déplacement vertical de celui-ci ;
- . des moyens mécaniques (48) de correction de trajectoire montés sur le train de tiges à proximité de la tête de coupe ;
- . des moyens de commande (50) des moyens de correction ;
- . des moyens d'orientation angulaire des moyens de correction ;
- . des moyens de détection (46) montés sur ladite tête de coupe pour détecter une éventuelle erreur de trajectoire et l'orientation angulaire de ladite erreur ;
- . des moyens montés sur les moyens d'entraînement pour mesurer la vitesse de rotation du train de tiges et de la profondeur de la tête de coupe ; et
- . des premiers moyens de transmission d'informations (52) entre la surface du sol et les moyens de commande et les moyens de détection ;

b) une station intermédiaire (12) montée sur ou à proximité desdits moyens d'entraînement comprenant :

- . des premiers moyens émetteurs/récepteurs (55) reliés auxdits premiers moyens de transmission pour recevoir les informations délivrées par moyens de détection et pour transmettre des instructions aux moyens de commande des moyens de correction ; et
- . des deuxièmes moyens émetteurs/récepteurs (55) reliés auxdits moyens de mesure et auxdits moyens d'entraînement en rotation et en déplacement vertical du train de tiges, pour recevoir les informations de mesure et émettre les instructions de déplacement ; et

c) une station de contrôle (14) du fonctionnement de la machine de forage disposée à distance de ladite station intermédiaire comprenant :

- . des moyens émetteurs/récepteurs (56, 58) pour échanger des informations avec des troisièmes moyens émetteurs/récepteurs (54) de ladite station intermédiaire ;
- . des moyens de traitement (60) des informations reçues de ladite station intermédiaire pour élaborer des instructions de commande de fonctionnement de la machine de forage, y compris éventuellement des moyens de correction de trajectoire ; et
- . des moyens de mémorisation (62) d'au moins certaines des informations traitées.

2. Installation selon la revendication 1 **caractérisée en ce que** la transmission d'informations entre ladite station intermédiaire (12) et ladite station de contrôle (14) est réalisée par voie hertzienne.

3. Installation de forage selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisée en ce que** lesdits moyens de correction de trajectoire (48) sont montés sur le train de tiges (20) à proximité de la tête de coupe (22) et **en ce qu'il** comporte une partie mobile apte à venir en appui sur la paroi du forage pour exercer une poussée horizontale sur ledit train de tiges lorsqu'ils sont à l'état actif.

4. Installation selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** lesdits moyens de correction (48) sont solidaires en rotation du train de tige (20) et occupent une position angulaire prédéterminée lorsqu'ils sont à l'état inactif et **en ce qu'ils** sont désolidarisés en rotation dudit train de tige à l'état actif.

5. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre des moyens pour détecter la position angulaire du train de tiges (20).

6. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens pour orienter angulairement le train de tige (20) en fonction de la détection de l'orientation angulaire de l'erreur de trajectoire et des moyens pour interrompre la rotation du train de tige durant la phase de mise en position active desdits moyens de correction. 5
7. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** les moyens de détection d'erreur de trajectoire comprennent deux inclinomètres (100, 102) s'étendant radialement par rapport à l'axe de rotation de l'outil et orthogonaux entre eux. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

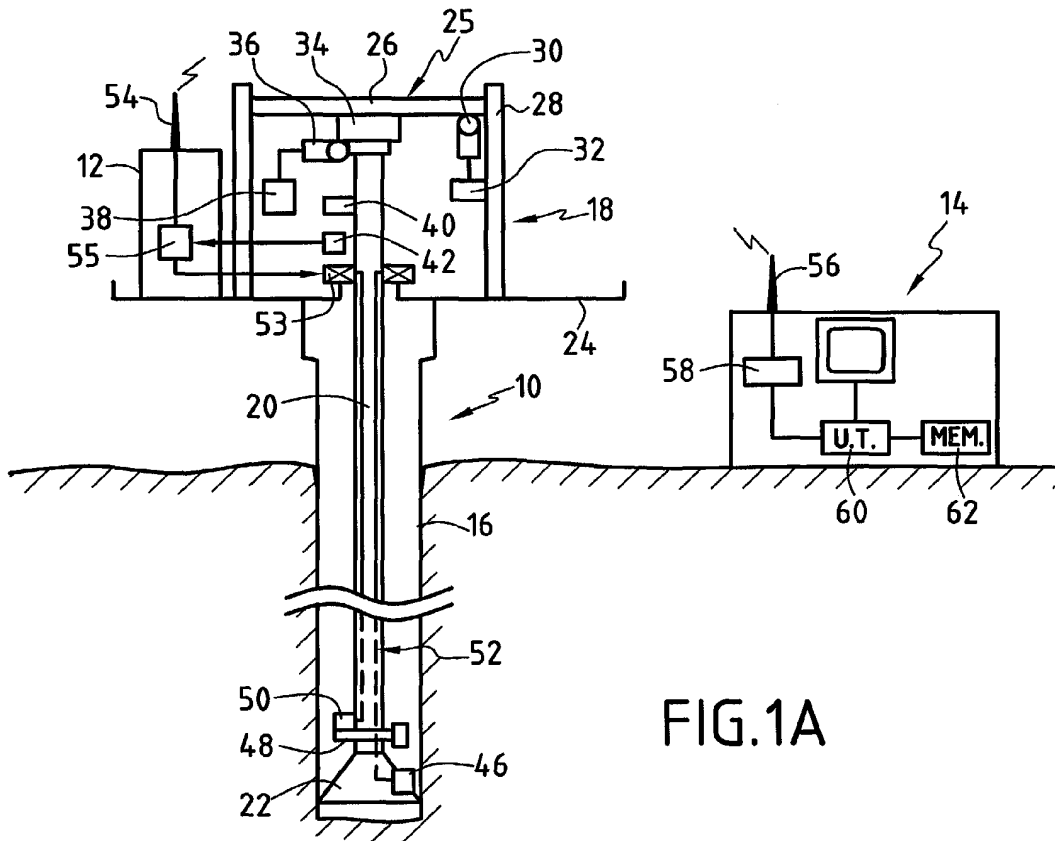


FIG. 1A

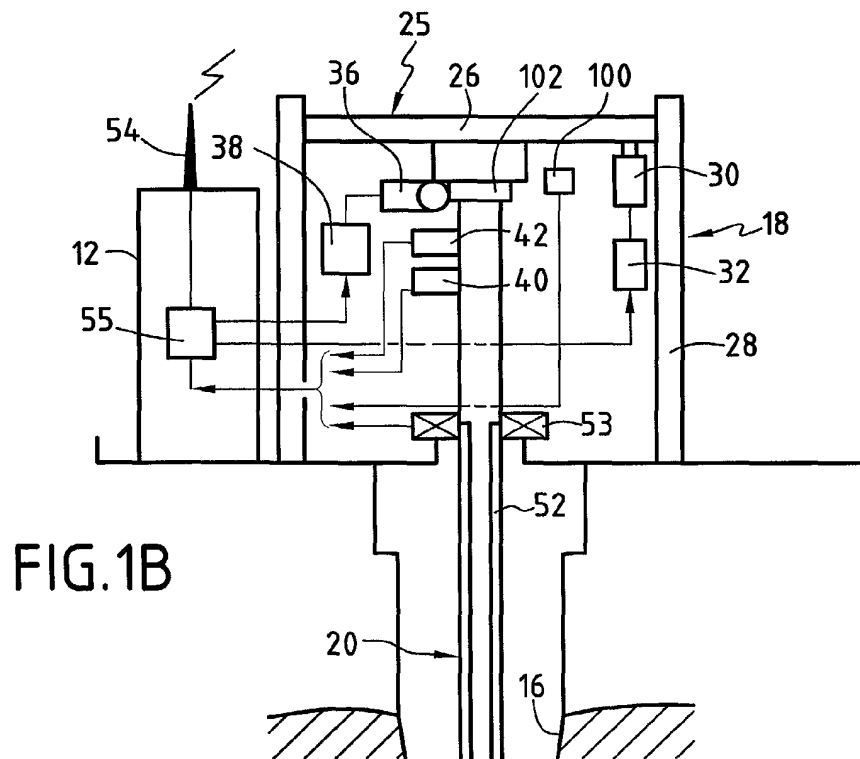


FIG. 1B



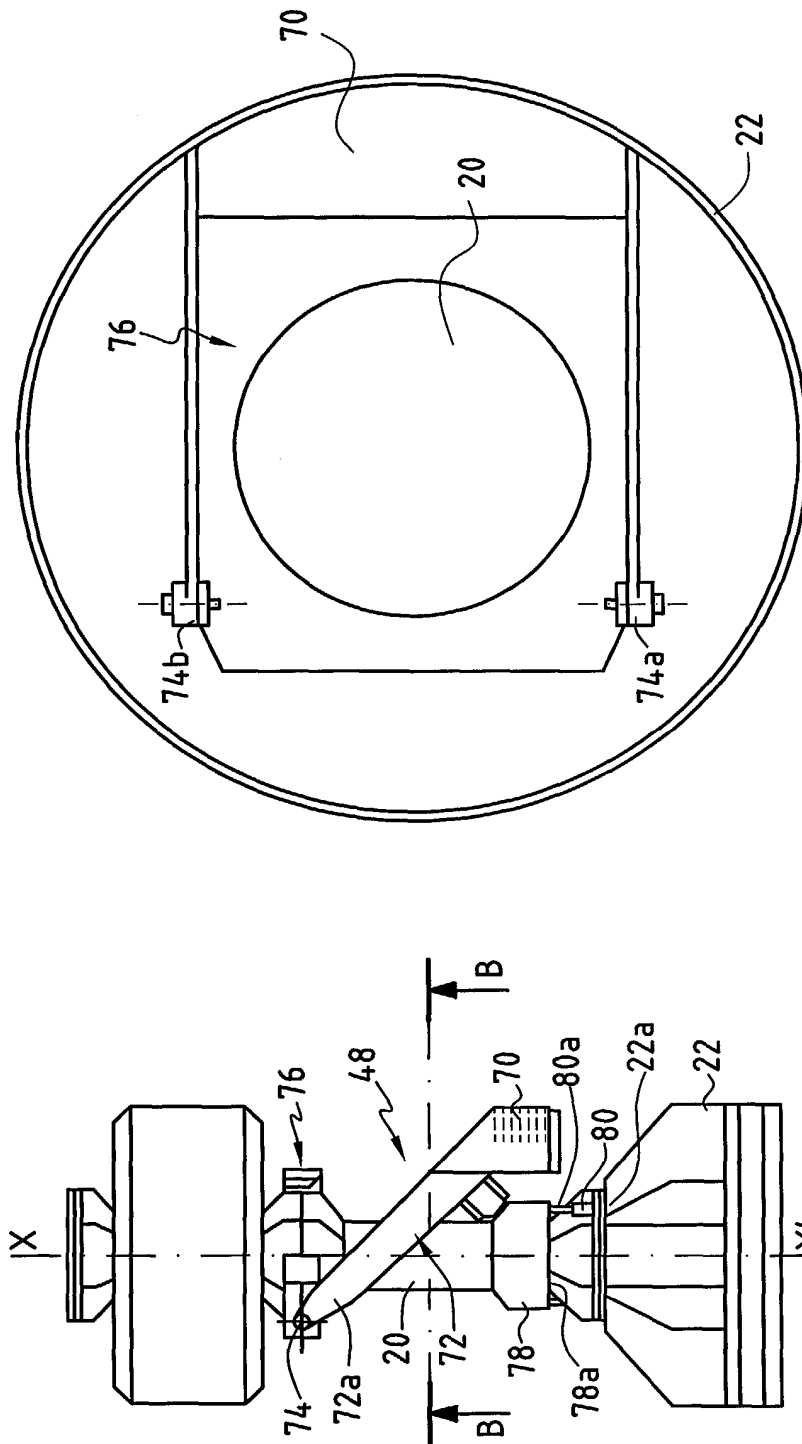


FIG. 2B

FIG. 2A

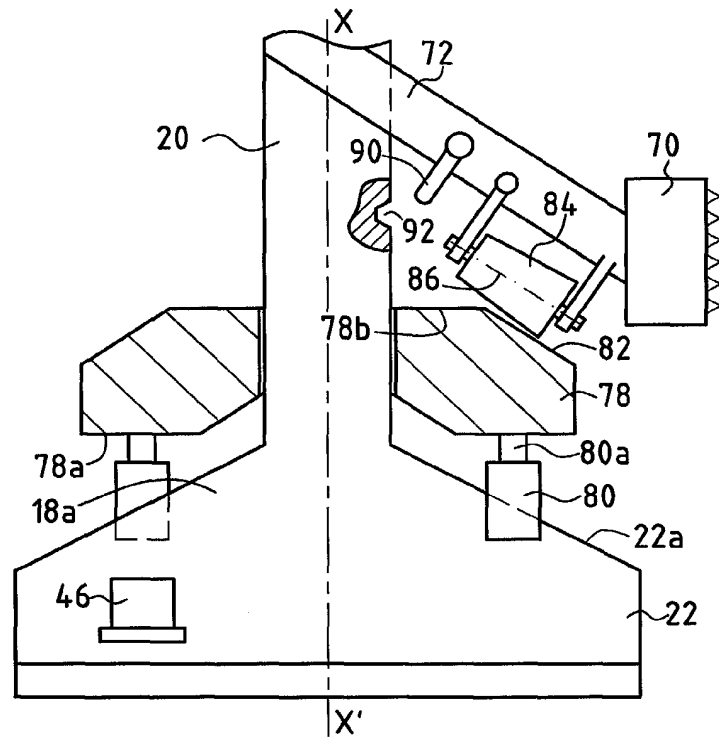


FIG. 3

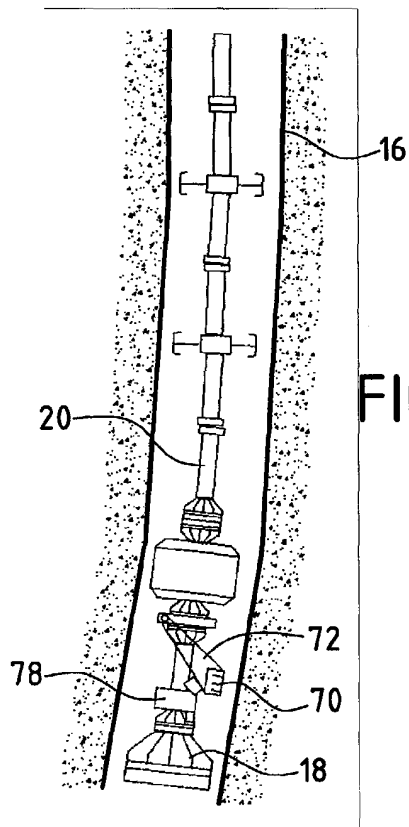


FIG. 4A

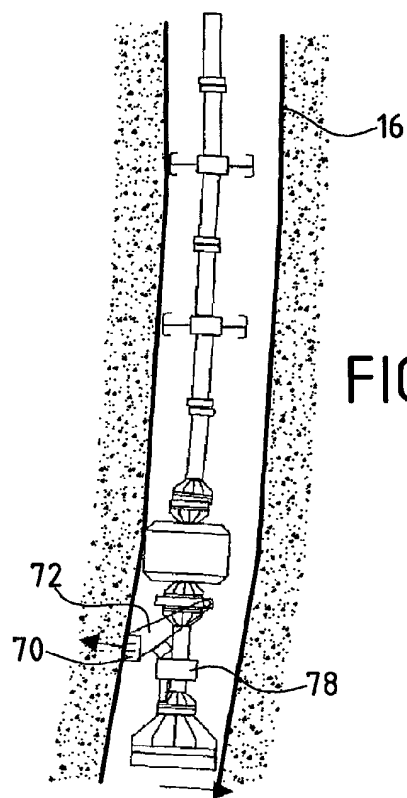


FIG. 4B

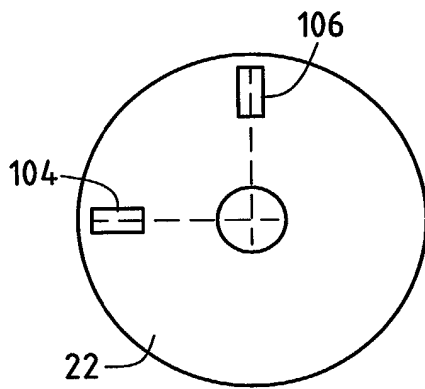


FIG. 5A

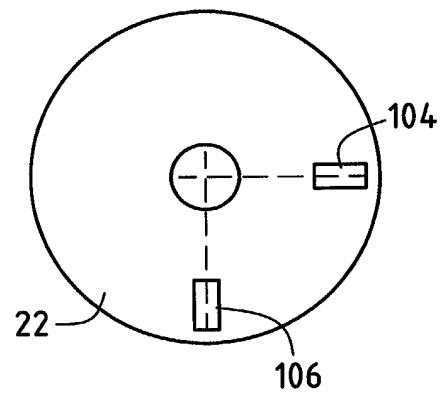


FIG. 5B



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 04 29 2100

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 6 279 668 B1 (MERCER JOHN E) 28 août 2001 (2001-08-28) * colonne 2, ligne 15 - ligne 52; figures 2,4 * * colonne 3, ligne 26 - ligne 60 *	1,2,5-7	E21B7/10 E21B44/00 E21B7/08 E21B47/12 E21B47/022
Y	-----	3,4	
Y	US 5 439 064 A (PATTON BOB J) 8 août 1995 (1995-08-08) * colonne 3, ligne 46 - colonne 4, ligne 2; figures 1,4,15 *	3,4	
A	----- FR 2 660 336 A (NIT CO LTD) 4 octobre 1991 (1991-10-04) * revendication 1; figure 1 *	1	
A	----- US 2002/020559 A1 (BARBERA JAMES S ET AL) 21 février 2002 (2002-02-21) * revendication 1; figure 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>18 janvier 2005</b>	Examineur <b>Dantinne, P</b>
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 04 29 2100

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-01-2005

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6279668	B1	28-08-2001	US 6079506 A	27-06-2000
			US 2001052426 A1	20-12-2001
US 5439064	A	08-08-1995	US 5220963 A	22-06-1993
			US 5419405 A	30-05-1995
			US 5341886 A	30-08-1994
FR 2660336	A	04-10-1991	FR 2660336 A1	04-10-1991
US 2002020559	A1	21-02-2002	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82